

МОДЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ШИХТ В АГЛОДОМЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В настоящее время доменные цеха крупнейших металлургических предприятий работают как на привозном, так и местном железорудном сырье. При этом расходы и химические составы привозных окатышей, как правило, не поддаются управлению, а их базовые расходы определяются планированием поставок. В связи с этим управление свойствами железорудной части доменной шихты осуществляется подбором оптимального состава агломерата (окатышей) местных фабрик.

Возникает проблема выбора поставщика железорудного сырья, а также определения оптимального состава местного агломерата, подбора рациональных дутьевых параметров.

Цель работы: Разработка и применение математических моделей, алгоритмов и комплекса программ для выбора и оптимизации состава железорудного сырья и флюсов в аглодоменном производстве.

Физическая постановка задачи заключается в том, что требуется определить состав и расходы компонентов доменной шихты (агломерационной шихты), обеспечивающие рациональную производительность, расход кокса, свойства шлака.

Рациональный режим плавки обеспечивается корректировкой:

- состава железорудной части агломерационной шихты;
- расхода флюсов (известняка, доломита) в агломерационную шихту;
- расхода одного из флюсов (известняка, кварцита и т.п.) в доменную шихту;
- соотношения компонентов железорудной части доменной шихты;
- возможна любая комбинация указанных вариантов.

В основе решения задачи положены модели:

- сквозного расчета агломерационной и доменной шихт;
- расчета технико-экономических показателей доменной плавки (расхода кокса, производительности) при изменении дутьевых параметров, свойств кокса и состава железорудной части шихты;
- расчета свойств первичного и конечного шлака, обессеривающей способности конечного шлака и прогнозирования содержания серы в чугуне;
- газодинамического режима доменной плавки;
- диагностики хода доменной плавки.

Рассматриваемая система включает в себя две основные относительно независимые, но взаимосвязанные подсистемы: доменный и агломерационный процесс. При этом выбираются два периода работы доменных печей.

Базовый период (аналог-стандарт) – служит базой сравнения при анализе и обобщении фактических показателей работы отдельных доменных печей и заводов. Информация о базовом периоде необходима для адаптации математической модели к реальным условиям работы печи и настройки модели. Поскольку речь идет о решении стратегических задач выбора поставок железорудного сырья, то продолжительность базового периода должна быть не менее месяца.

Исходными данными для базового периода являются: фактические показатели работы печи, состав и свойства загружаемых материалов, а также параметры комбинированного дутья.

По фактическим показателям работы печи в базовом периоде рассчитываются параметры, характеризующие зону первичного шлакообразования, состав и свойства конечного шлака, газодинамический режим доменной плавки:

Проектный период – период работы печи при планируемых изменениях закупок или поставок железорудного сырья, при изменении состава и свойств шихтовых материалов. Для решения задач выбора оптимального состава доменной (агломерационной) шихты, подбора дутьевых параметров, оценки газодинамического и шлакового режимов доменной плавки вводятся следующие планируемые параметры: виды железорудных материалов, их химические составы, а также флюсов, технический состав кокса и его золы, а также свойства кокса, параметры комбинированного дутья и состав чугуна за исключением содержания в нем серы.

Предусматривается многовариантность моделирования проектного периода. Основными из них являются следующие:

Проект 1. Прогнозирование производительности, расхода кокса, расходов железорудных материалов, свойств первичного и конечного шлака, газодинамических параметров плавки при заданных весовых долях и составах всех загружаемых в доменную печь железорудных материалов и флюсов.

Проект 2. Корректировка работы доменной печи при изменении поставок, свойств железорудного сырья и кокса осуществляется составом одного из компонентов железорудной части доменной шихты, например местного агломерата. В отличие от предыдущего, в этом варианте осуществляется расчет при известных составах всех загружаемых материалов в доменную печь, за исключением местного агломерата. При этом корректировка шлакового и газодинамического режимов осуществляется составом (основностью) местного агломерата. В итоге расчета дополнительно определяется требуемый состав (расходы железорудных компонентов, коксика, флюсов) агломерационной шихты.

Оптимальный состав доменной (агломерационной шихты).

Математически решение этой задачи сводится к нелинейному математическому программированию, предусмотрены следующие варианты целевых функций:

- минимум вязкости доменного шлака конечного состава при заданной температуре;
- минимум содержания серы в чугуне;
- минимум удельного расхода кокса и максимум производительности;
- свертка указанных критериев с возможностью настройки весовых коэффициентов.

Дополнительно вводятся следующие ограничения, при этом задаются коридоры значений:

- вязкости шлака при заданной температуре и содержании серы в чугуне;
- основности агломерата и шлака;
- степени уравнивания шихты;
- весовых долей отдельных компонентов доменной и агломерационной шихты, расхода флюсующих добавок, при этом учитывается, что сумма весовых долей железорудной части шихты равна единице.

На основании алгоритма был разработан пакет программ. Программное обеспечение построено по модульному принципу с использованием объектно-ориентированного подхода, имеет интуитивно понятный пользователю интерфейс, является открытым и расширяемым.

Разработанный пакет программ позволяет вести расчет и сопоставление неограниченного количества базовых и проектных периодов. Также имеется возможность осуществлять управление периодами (копировать периоды, создавать новые периоды на основании данных уже существующих периодов, для проектного периода имеется возможность менять базовый период, на основе которого он рассчитывается).

Наборы периодов и дополнительные настройки модели можно сохранять в файл и в дальнейшем снова загружать эти данные в приложение.

Программный продукт позволяет получать твердую копию результатов расчета, а также экспорт содержимого отчета в формат xls, rtf и html.

Имеется возможность получения полной справочной информации по работе с программой.

Разработанный пакет прикладных программ внедрен и широко используется в промышленности, его можно рекомендовать для использования в системах модельной поддержки принятия решений инженерно-технологическим персоналом при выборе поставок сырья в аглодоменном производстве, выбора дутьевых им режимных параметров работы доменных печей в изменившихся сырьевых условиях.